

## 1. 概要

### 1-1. 調査日と調査地点

令和4年度大阪府水道水中微量有機物質調査（補完調査）実施要領に基づき実施した。表1に調査日および調査地点を示した。

### 1-2. 調査項目

#### 1-2-1. 令和4年度補完調査項目

ペルフルオロおよびポリフルオロアルキル化合物 (Per- and polyfluoroalkyl substances, PFAS)

1. ペルフルオロオクタンスルホン酸 (Perfluorooctanesulfonic acid, PFOS)
2. ペルフルオロオクタン酸 (Perfluorooctanoic acid, PFOA)
3. ペルフルオロブタンスルホン酸 (Perfluorobutanesulfonic acid, PFBS)
4. ペルフルオロペンタンスルホン酸 (Perfluoropentanesulfonic acid, PFPeS)
5. ペルフルオロヘキサンスルホン酸 (Perfluorohexanesulfonic acid, PFHxS)
6. ペルフルオロヘプタンスルホン酸 (Perfluoroheptanesulfonic acid, PFHpS)
7. ペルフルオロノナンスルホン酸 (Perfluorononanesulfonic acid, PFNS)
8. ペルフルオロデカンスルホン酸 (Perfluorodecanesulfonic acid, PFDS)
9. ペルフルオロドデカンスルホン酸 (Perfluorododecanesulfonic acid, PFDoS)
10. ペルフルオロブタン酸 (Perfluorobutanoic acid, PFBA)
11. ペルフルオロペンタン酸 (Perfluoropentanoic acid, PFPeA)
12. ペルフルオロヘキサン酸 (Perfluorohexanoic acid, PFHxA)
13. ペルフルオロヘプタン酸 (Perfluoroheptanoic acid, PFHpA)
14. ペルフルオロノナン酸 (Perfluorononanoic acid, PFNA)
15. ペルフルオロデカン酸 (Perfluorodecanoic acid, PFDA)
16. ペルフルオロウンデカン酸 (Perfluoroundecanoic acid, PFUDA)
17. ペルフルオロドデカン酸 (Perfluorododecanoic acid, PFDoA)
18. ペルフルオロトリデカン酸 (Perfluorotridecanoic acid, PFTrDA)
19. ペルフルオロテトラデカン酸 (Perfluorotetradecanoic acid, PFTeDA)
20. ペルフルオロヘキサデカン酸 (Perfluorohexadecanoic acid, PFHxDA)
21. ペルフルオロオクタデカン酸 (Perfluorooctadecanoic acid, PFODA)
22. Hexafluoropropylene oxide dimer acid (HFPO-DA)
23. Perfluoro-3-methoxypropanoic acid (PFMPA)
24. Perfluoro-4-methoxybutanoic acid (PFMBA)
25. Nonafluoro-3,6-dioxaheptanoic acid (NFDHA)
26. 1*H*,1*H*, 2*H*, 2*H*-Perfluorohexane sulfonic acid (4:2FTS)
27. 1*H*,1*H*, 2*H*, 2*H*-Perfluorooctane sulfonic acid (6:2FTS)
28. 1*H*,1*H*, 2*H*, 2*H*-Perfluorodecane sulfonic acid (8:2FTS)

29. 4,8-Dioxa-3H-perfluorononanoic acid (ADONA)
30. 11-Chloroeicosafluoro-3-oxaundecane-1-sulfonic acid (11Cl-PF3OUdS)
31. 9-Chlorohexadecafluoro-3-oxanonane-1-sulfonic acid (9Cl-PF3ONS)
32. Perfluoro (2-ethoxyethane) sulfonic acid (PFEEESA)

## 1-2-2. 水質汚濁指標項目

- (1) 全有機炭素 (TOC)
- (2) 全有機ハロゲン (TOX)

## 1-3. 調査結果

### 1-3-1. 令和4年度補完調査項目

対象浄水場の原水および浄水における PFAS の調査結果を表 2 に示した。原水における PFOS および PFOA (合算) の検出濃度は 0.44~1.0 ng/L、浄水においては<0.10~2.5 ng/L であった。水質管理目標設定項目における目標値の 50 ng/L (暫定) より低値であった。また、PFOS および PFOA 以外に PFBS、PFHxS、PFBA、PFPeA、PFHxA、PFNA、PFUdA および PFTTrDA が検出された。

### 1-3-2. 水質汚濁指標項目

対象浄水場の原水および浄水の TOC および TOX の調査結果を表 3 に示した。原水における TOC の検出濃度は 0.4~1.6 mg/L、浄水における検出濃度は 0.2~0.4 mg/L であった。全ての試料で水道水質基準値以下であった。

また、原水における TOX の検出濃度は<0.001~0.003 mg-Cl/L であり、浄水における検出濃度は 0.005~0.032 mg-Cl/L であった。

## 2. 令和4年度補完調査項目

### 2-1. PFAS

Perfluorooctanesulfonic acid (PFOS) や Perfluorooctanoic acid (PFOA) に代表されるペルフルオロおよびポリフルオロアルキル化合物 (Per- and polyfluoroalkyl substances, PFAS) は、水にも油にも溶けやすいため界面活性剤として利用され、撥水剤、紙の防水剤、泡状消化剤、フッ素樹脂の合成補助剤など私たちの身近な製品に使われている<sup>1)</sup>。PFAS は炭素-フッ素の結合が強く、酸化分解、光分解、生分解などを受けにくい難分解性の化合物である<sup>1)</sup>。また、これらの化合物は、2000 年代初めに野生動物、ヒトおよび環境中に広範囲に存在していることが報告され、残留性の高い環境汚染物質である<sup>2-5)</sup>。

水道水における PFOS と PFOA は要検討項目に位置づけられていたが、その目標値は定められていなかった。2020 年 4 月に PFOS と PFOA は水質管理目標設定項目に分類され、その目標値は合算で 0.00005 mg/L (50 ng/L) 以下 (暫定) とされた<sup>6)</sup>。また、

Perfluorohexanesulfonic acid (PFHxS) が 2021 年 4 月に目標値は設定されなかったものの、要検討項目に追加された<sup>7)</sup>。

一方、PFOS・PFOA には代替物質が存在しており、海外においては代替物質の検出事例<sup>8)</sup>や、水道水の汚染事例<sup>9)</sup>が報告されている。また、2019 年にはアメリカ合衆国環境保護庁 (USEPA) は PFOS と炭素数が異なるペルフルオロアルキルスルホン酸 (PFSA) 4 種、PFOA と炭素数が異なるペルフルオロアルキルカルボン酸 (PFCA) 8 種、PFOS・PFOA と構造式が少し異なる 11 種の新規 PFAS を含む 25 種の PFAS の一斉分析法<sup>10)</sup>を示すなど、海外においても PFOS・PFOA 以外の PFAS について非常に関心が高まっている。

令和 2 年度大阪府水道水中微量有機物質調査において 32 種の PFAS について大阪府内浄水場における存在実態を調査した。その結果、調査対象とした 22 施設の原水および浄水すべてから PFAS が検出され<sup>11)</sup>、大阪府内の浄水場においても PFAS が広く存在していることがわかった。

令和 4 年度は令和 2 年度に調査対象としておらず、PFAS の検出状況が不明である 3 施設 (水源：表流水) について、補完調査として調査を実施した。原水および浄水を調査対象試料として 2 月に調査を実施した。調査対象 PFAS の概要を表 4 に、構造式を図 1 に示す。

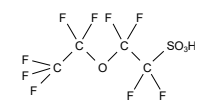
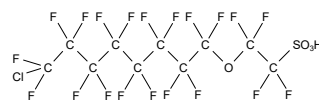
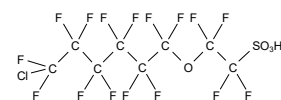
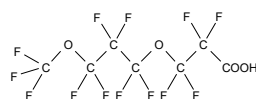
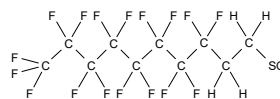
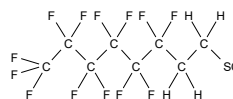
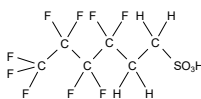
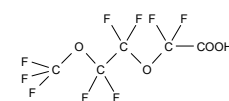
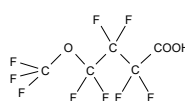
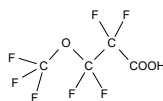
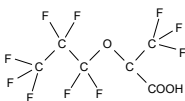
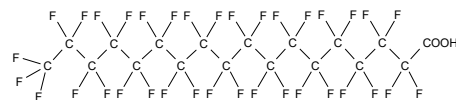
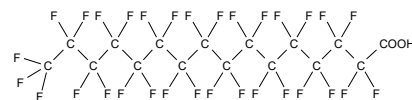
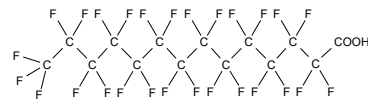
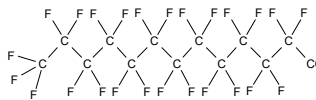
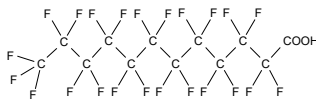
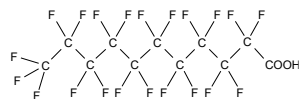
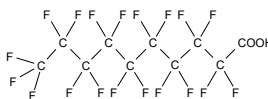
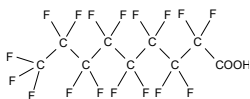
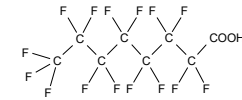
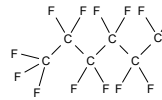
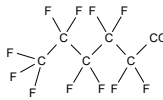
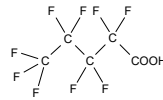
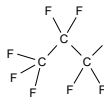
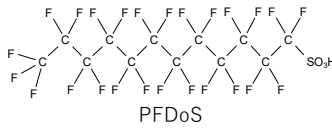
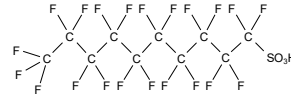
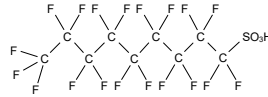
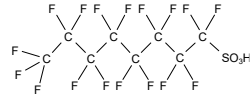
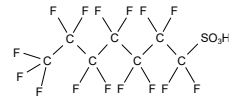
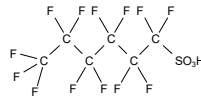
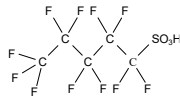
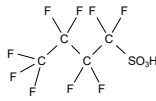


図 1. 調査対象 PFAS の構造式

表 1. 令和 4 年度大阪府水道水中微量有機物質調査の調査日および調査地点

調査日	関連河川等	調査地点	水源種別
令和 5 年 2 月 6 日 ～2 月 10 日	小和田川	能勢町 歌垣浄水場	表流水
	天王水源	能勢町 天王浄水場	表流水
	妙見山水源	能勢町 妙見山浄水場	表流水

表 2. PFAS の検出濃度 (1/6)

浄水場	PFOS (ng/L)		PFOA (ng/L)		PFOS + PFOA (ng/L)	
	原水	浄水	原水	浄水	原水	浄水
歌垣浄水場	0.19	0.46	0.84	2.1	1.0	2.5
天王浄水場	0.11	<0.096	0.33	<0.10	0.44	<0.10
妙見山浄水場	0.14	0.11	0.86	0.59	1.0	0.70
最大値	0.19	0.46	0.86	2.1	1.0	2.5
平均値	0.15	0.19*	0.68	0.90*	0.81	1.1*
最小値	0.11	<0.096	0.33	0.59	0.44	<0.10
検出数	3	2	3	2	3	2
検出率	100%	67%	100%	67%	100%	67%
定量下限値	0.096	0.096	0.10	0.10	0.10	0.10

浄水場	PFBS (ng/L)		PFPeS (ng/L)		PFHxS (ng/L)	
	原水	浄水	原水	浄水	原水	浄水
歌垣浄水場	<0.089	0.17	<0.094	<0.094	<0.095	0.16
天王浄水場	<0.089	<0.089	<0.094	<0.094	<0.095	<0.095
妙見山浄水場	<0.089	<0.089	<0.094	<0.094	<0.095	<0.095
最大値	<0.089	0.17	<0.094	<0.094	<0.095	0.16
平均値	-	0.057*	-	-	-	0.053*
最小値	<0.089	<0.089	<0.094	<0.094	<0.095	<0.095
検出数	0	1	0	0	0	1
検出率	0%	33%	0%	0%	0%	33%
定量下限値	0.089	0.089	0.094	0.094	0.095	0.095

\* 定量下限値未満は 0 として平均値を求めた。

表 2. PFAS の検出濃度 (2/6)

浄水場	PFHpS (ng/L)		PFNS (ng/L)		PFDS (ng/L)	
	原水	浄水	原水	浄水	原水	浄水
歌垣浄水場	<0.095	<0.095	<0.96	<0.96	<0.97	<0.97
天王浄水場	<0.095	<0.095	<0.96	<0.96	<0.97	<0.97
妙見山浄水場	<0.095	<0.095	<0.96	<0.96	<0.97	<0.97
最大値	<0.095	<0.095	<0.96	<0.96	<0.97	<0.97
平均値	-	-	-	-	-	-
最小値	<0.095	<0.095	<0.96	<0.96	<0.97	<0.97
検出数	0	0	0	0	0	0
検出率	0%	0%	0%	0%	0%	0%
定量下限値	0.095	0.095	0.96	0.96	0.97	0.97

浄水場	PFDoS (ng/L)		PFBA (ng/L)		PFPeA (ng/L)	
	原水	浄水	原水	浄水	原水	浄水
歌垣浄水場	<0.97	<0.97	1.1	1.1	0.37	0.60
天王浄水場	<0.97	<0.97	0.67	0.12	0.11	<0.10
妙見山浄水場	<0.97	<0.97	1.1	0.47	0.13	0.19
最大値	<0.97	<0.97	1.1	1.1	0.37	0.60
平均値	-	-	0.96	0.56	0.20	0.26*
最小値	<0.97	<0.97	0.67	0.12	0.11	<0.10
検出数	0	0	3	3	3	2
検出率	0%	0%	100%	100%	100%	67%
定量下限値	0.97	0.97	0.10	0.10	0.10	0.10

\* 定量下限値未満は 0 として平均値を求めた。

表 2. PFAS の検出濃度 (3/6)

浄水場	PFHxA (ng/L)		PFHpA (ng/L)		PFNA (ng/L)	
	原水	浄水	原水	浄水	原水	浄水
歌垣浄水場	<1.0	1.2	<1.0	<1.0	0.36	1.0
天王浄水場	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	0.23	<0.10
妙見山浄水場	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	0.31	0.27
最大値	<1.0	1.2	<1.0	<1.0	0.36	1.0
平均値	-	0.40*	-	-	0.30	0.42*
最小値	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0	0.23	<0.10
検出数	0	1	0	0	3	2
検出率	0%	33%	0%	0%	100%	67%
定量下限値	1.0	1.0	1.0	1.0	0.10	0.10

浄水場	PFDA (ng/L)		PFUdA (ng/L)		PFDoA (ng/L)	
	原水	浄水	原水	浄水	原水	浄水
歌垣浄水場	<1.0	<1.0	<0.10	0.12	<1.0	<1.0
天王浄水場	<1.0	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	<1.0
妙見山浄水場	<1.0	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	<1.0
最大値	<1.0	<1.0	<0.10	0.12	<1.0	<1.0
平均値	-	-	-	0.040*	-	-
最小値	<1.0	<1.0	<0.10	<0.10	<1.0	<1.0
検出数	0	0	0	1	0	0
検出率	0%	0%	0%	33%	0%	0%
定量下限値	1.0	1.0	0.10	0.10	1.0	1.0

\* 定量下限値未満は 0 として平均値を求めた。



表 2. PFAS の検出濃度 (4/6)

浄水場	PFTrDA (ng/L)		PFTeDA (ng/L)		PFHxDA (ng/L)	
	原水	浄水	原水	浄水	原水	浄水
歌垣浄水場	0.10	<0.10	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
天王浄水場	<0.10	<0.10	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
妙見山浄水場	<0.10	<0.10	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
最大値	0.10	<0.10	<1.0	<1.0	<1.0	<1.06
平均値	0.03*	-	-	-	-	-
最小値	<0.10	<0.10	<1.0	<1.0	<1.0	<1.0
検出数	1	0	0	0	0	0
検出率	33%	0%	0%	0%	0%	0%
定量下限値	0.10	0.10	1.0	1.0	1.0	1.0

浄水場	PFODA (ng/L)		HFPO-DA (ng/L)		PFMPA (ng/L)	
	原水	浄水	原水	浄水	原水	浄水
歌垣浄水場	<1.0	<1.0	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
天王浄水場	<1.0	<1.0	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
妙見山浄水場	<1.0	<1.0	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
最大値	<1.0	<1.0	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
平均値	-	-	-	-	-	-
最小値	<1.0	<1.0	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
検出数	0	0	0	0	0	0
検出率	0%	0%	0%	0%	0%	0%
定量下限値	1.0	1.0	0.10	0.10	0.10	0.10

\* 定量下限値未満は 0 として平均値を求めた。

表 2. PFAS の検出濃度 (5/6)

浄水場	PFMBA (ng/L)		NFDHA (ng/L)		4:2FTS (ng/L)	
	原水	浄水	原水	浄水	原水	浄水
歌垣浄水場	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.094	<0.094
天王浄水場	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.094	<0.094
妙見山浄水場	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.094	<0.094
最大値	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.094	<0.094
平均値	-	-	-	-	-	-
最小値	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.094	<0.094
検出数	0	0	0	0	0	0
検出率	0%	0%	0%	0%	0%	0%
定量下限値	0.10	0.10	0.10	0.10	0.094	0.094

浄水場	6:2FTS (ng/L)		8:2FTS (ng/L)		ADONA (ng/L)	
	原水	浄水	原水	浄水	原水	浄水
歌垣浄水場	<0.095	<0.095	<0.096	<0.096	<0.095	<0.095
天王浄水場	<0.095	<0.095	<0.096	<0.096	<0.095	<0.095
妙見山浄水場	<0.095	<0.095	<0.096	<0.096	<0.095	<0.095
最大値	<0.095	<0.095	<0.096	<0.096	<0.095	<0.095
平均値	-	-	-	-	-	-
最小値	<0.095	<0.095	<0.096	<0.096	<0.095	<0.095
検出数	0	0	0	0	0	0
検出率	0%	0%	0%	0%	0%	0%
定量下限値	0.095	0.095	0.096	0.096	0.095	0.095

表 2. PFAS の検出濃度 (6/6)

浄水場	11Cl-PF3OUdS (ng/L)		9Cl-PF3ONS (ng/L)		PFEEESA (ng/L)	
	原水	浄水	原水	浄水	原水	浄水
歌垣浄水場	<0.094	<0.094	<0.093	<0.093	<0.089	<0.089
天王浄水場	<0.094	<0.094	<0.093	<0.093	<0.089	<0.089
妙見山浄水場	<0.094	<0.094	<0.093	<0.093	<0.089	<0.089
最大値	<0.094	<0.094	<0.093	<0.093	<0.089	<0.089
平均値	-	-	-	-	-	-
最小値	<0.094	<0.094	<0.093	<0.093	<0.089	<0.089
検出数	0	0	0	0	0	0
検出率	0%	0%	0%	0%	0%	0%
定量下限値	0.094	0.094	0.094	0.094	0.089	0.089

表 3. 全有機炭素 (TOC) および全有機ハロゲン (TOX) の検出濃度

浄水場	TOC (mg/L)		TOX (mg Cl/L)	
	原水	浄水	原水	浄水
歌垣浄水場	1.6	0.4	0.003	0.005
天王浄水場	0.7	0.2	0.002	0.018
妙見山浄水場	0.4	0.4	<0.001	0.032
最大値	1.6	0.4	0.003	0.032
平均値	0.9	0.3	0.002*	0.018
最小値	0.4	0.2	<0.001	0.005
検出数	3	3	2	3
検出率	100%	100%	67%	100%
定量下限値	0.3	0.3	0.001	0.001

\* 定量下限値未満は 0 として平均値を求めた。

表 4. 調査対象化合物の概要 (1/2)

化合物名	略号	分子式	CAS No.
Perfluorooctanesulfonic acid	PFOS	C <sub>8</sub> HF <sub>17</sub> O <sub>3</sub> S	1763-23-1
Perfluorooctanoic acid	PFOA	C <sub>8</sub> HF <sub>15</sub> O <sub>2</sub>	335-67-1
Perfluorobutanesulfonic acid	PFBS	C <sub>4</sub> HF <sub>9</sub> O <sub>3</sub> S	375-73-5
Perfluoropentanesulfonic acid	PFPeS	C <sub>5</sub> HF <sub>11</sub> O <sub>3</sub> S	2706-91-4
Perfluorohexanesulfonic acid	PFHxS	C <sub>6</sub> HF <sub>13</sub> O <sub>3</sub> S	355-46-4
Perfluoroheptanesulfonic acid	PFHpS	C <sub>7</sub> HF <sub>15</sub> O <sub>3</sub> S	375-92-8
Perfluorononanesulfonic acid	PFNS	C <sub>9</sub> HF <sub>19</sub> O <sub>3</sub> S	68259-12-1
Perfluorodecanesulfonic acid	PFDS	C <sub>10</sub> HF <sub>21</sub> O <sub>3</sub> S	335-77-3
Perfluorododecanesulfonic acid	PFDoS	C <sub>12</sub> HF <sub>25</sub> O <sub>3</sub> S	79780-39-5
Perfluorobutanoic acid	PFBA	C <sub>4</sub> HF <sub>7</sub> O <sub>2</sub>	375-22-4
Perfluoropentanoic acid	PFPeA	C <sub>5</sub> HF <sub>9</sub> O <sub>2</sub>	2706-90-3
Perfluorohexanoic acid	PFHxA	C <sub>6</sub> HF <sub>11</sub> O <sub>2</sub>	307-24-4
Perfluoroheptanoic acid	PFHpA	C <sub>7</sub> HF <sub>13</sub> O <sub>2</sub>	375-85-9
Perfluorononanoic acid	PFNA	C <sub>9</sub> HF <sub>17</sub> O <sub>2</sub>	375-95-1
Perfluorodecanoic acid	PFDA	C <sub>10</sub> HF <sub>19</sub> O <sub>2</sub>	335-76-2
Perfluoroundecanoic acid	PFUdA	C <sub>11</sub> HF <sub>21</sub> O <sub>2</sub>	2058-94-8
Perfluorododecanoic acid	PFDoA	C <sub>12</sub> HF <sub>23</sub> O <sub>2</sub>	307-55-1
Perfluorotridecanoic acid	PFTTrDA	C <sub>13</sub> HF <sub>25</sub> O <sub>2</sub>	72629-94-8
Perfluorotetradecanoic acid	PFTeDA	C <sub>14</sub> HF <sub>27</sub> O <sub>2</sub>	376-06-7
Perfluorohexadecanoic acid	PFHxDA	C <sub>16</sub> HF <sub>31</sub> O <sub>2</sub>	67905-19-5
Perfluorooctadecanoic acid	PFODA	C <sub>18</sub> HF <sub>35</sub> O <sub>2</sub>	16517-11-6
Hexafluoropropylene oxide dimer acid	HFPO-DA	C <sub>6</sub> HF <sub>11</sub> O <sub>3</sub>	13252-13-6
Perfluoro-3-methoxypropanoic acid	PFMPA	C <sub>4</sub> HF <sub>7</sub> O <sub>3</sub>	377-73-1
Perfluoro-4-methoxybutanoic acid	PFMBA	C <sub>5</sub> HF <sub>9</sub> O <sub>3</sub>	863090-89-5
Nonafluoro-3,6-dioxaheptanoic acid	NFDHA	C <sub>5</sub> HF <sub>9</sub> O <sub>4</sub>	151772-58-6
1H,1H, 2H, 2H-Perfluorohexane sulfonic acid	4:2FTS	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> F <sub>9</sub> O <sub>3</sub> S	757124-72-4
1H,1H, 2H, 2H-Perfluorooctane sulfonic acid	6:2FTS	C <sub>8</sub> H <sub>5</sub> F <sub>13</sub> O <sub>3</sub> S	27619-97-2

表 4. 調査対象化合物の概要 (2/2)

化合物名	略号	分子式	CAS No.
1H,1H, 2H, 2H-Perfluorodecane sulfonic acid	8:2FTS	C <sub>10</sub> H <sub>5</sub> F <sub>17</sub> O <sub>3</sub> S	39108-34-4
4,8-Dioxa-3H-perfluorononanoic acid	ADONA	C <sub>7</sub> H <sub>2</sub> F <sub>12</sub> O <sub>4</sub>	919005-14-4
11-Chloroeicosafluoro-3-oxaundecane-1-sulfonic acid	11Cl-PF3OUdS	C <sub>10</sub> HCIF <sub>20</sub> O <sub>4</sub> S	763051-92-9
9-Chlorohexadecafluoro-3-oxanonane-1-sulfonic acid	9Cl-PF3ONS	C <sub>8</sub> HCIF <sub>16</sub> O <sub>4</sub> S	756426-58-1
Perfluoro (2-ethoxyethane) sulfonic acid	PFEESA	C <sub>4</sub> HF <sub>9</sub> O <sub>4</sub> S	113507-82-7